

ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ВИКИДІВ МОТОРНОГО ТРАНСПОРТУ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

І.І. Трофімов, канд. техн. наук, доц.

Національний авіаційний університет

E-mail: troffi@ukr.net

Проаналізовано проблему забруднення атмосфери вихлопними газами моторного транспорту. Розглянуто питання впливу на стан атмосфери складу вихлопних газів різних видів моторних транспортних засобів та основні заходи і методи щодо зниження шкідливого впливу моторного транспорту на атмосферне повітря. Для очищення вихлопних газів моторної техніки запропоновано використовувати власне удосконалений метод осушування паливно-мастильних матеріалів, який полягав у тому, що замість генератора нейтральних газів, запропоновано використовувати вихлопні гази моторної техніки, які заздалегідь очищуються від CO₂ в каталізаторах очищення вихлопних газів.

Ключові слова: атмосфера; вихлопні гази; автомобілі; літаки; залізничний транспорт; морський транспорт; паливо; нейтральний газ; каталізатори очищення; навколишнє середовище.

The problem of contamination atmosphere is analysed by the exhaust-gass of agile transport. The question of influence on the state of atmosphere composition exhaust-gass different types of agile transport vehicles and basic measures and methods is considered in relation to the decline of harmful influence of agile transport on atmospheric air. For cleaning exhaust-gass of agile technique it is suggested to utilize the method drainage of fuel-lubrication materials, which consisted in that in place generator neutral gases is actually improved, it is suggested to utilize the exhaust-gass of agile technique, which preliminary clear up from CO₂ in the catalysts cleaning exhaust-gass.

Keywords: atmosphere; exhaust-gass; cars; airplanes; railway transport; marine transport; fuel; neutral gas; cleaning catalysts; environment.

Вступ

Дослідження, про які йдеться у статті, відносяться до галузі екології. Відкритим та актуальним питанням на сьогодні залишається проблема стану екології планети в цілому. Внаслідок науково-технічної революції, людство потерпає від надмірного забруднення шкідливими речовинами оточуючого середовища: повітря, водних та земельних ресурсів. Зокрема транспорт є не останньою ланкою, яка становить реальну загрозу для атмосфери з позиції забруднення викидними газами та утворення «дірок» в озоновому шарі нашої планети.

З вирішенням проблем екологічної безпеки в Україні нерозривно пов'язані питання оцінки і зменшення несприятливого впливу об'єктів транспортної галузі на стан атмосферного повітря. У зв'язку з цим виникає необхідність вирішення актуальних екологічних проблем усім спектром транспортної, виробничої, інтелектуальної і соціальної діяльності за рахунок державної та галузевої систем екологічного управління.

Транспортний комплекс, що включає автомобільний, морський, водний, залізничний і авіаційний види транспорту – один з найбільших забрудників атмосферного повітря. Його вплив на оточуюче середовище

виражається, в основному, у викидах в атмосферу токсикантів з відпрацьованими газами транспортних двигунів і шкідливих речовин від стаціонарних джерел, а також в забрудненні поверхневих водних об'єктів, утворенні твердих відходів і дії транспортних шумів.

Звичайно, транспорт не самотній в своїй забруднюючій активності. З транспортом змагаються електро- і теплоенергетика, промисловість, сільське господарство і домогосподарства. Тому на транспорт доводиться лише від 15% до половини забруднень залежно від країни, виду транспорту і власне способу забруднення.

Проблема забруднення відпрацьованими газами є глобальною. У всьому світі кількість моторних транспортних засобів із кожним днем збільшується в геометричній прогресії. Погіршення стану навколишнього середовища, зниження імунітету населення, зростання багатьох інших захворювань – це далеко не повний список наслідків діяльності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Аналіз літературних джерел за темою дослідження і постановка проблеми

Загальновідомо, що транспортний комплекс – одне з найпоширеніших джерел забруднення

навколишнього середовища. Шкідливі речовини під час експлуатації автотранспорту потрапляють у повітря з вихлопними газами, випарами з паливних систем, а також під час заправлення автомобілів паливом. На викиди оксидів вуглецю (вуглекислий газ і чадний газ) впливає також рельєф дороги та режим і швидкість руху автомобіля. Забруднюючі викиди в атмосферу від залізничних, повітряних, водних транспортних засобів за об'ємом більш ніж на порядок менші викидів від автомобільного транспорту. Але вони також роблять значний вклад у глобальне забруднення довкілля. Тому ці транспортні засоби теж потребують вдосконалення задля зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище.

Відомим є той факт, що джерелами забруднення повітряного басейну під час експлуатації автотранспорту є ДВЗ, які викидають в атмосферу відпрацьовані гази та паливні випаровування. У відпрацьованих газах виявлено близько 280 компонентів продуктів повного та неповного згоряння нафтових палив, а також неорганічні сполуки тих чи інших речовин, які є в паливі.

Авторами праці [1] наведено дані, що рухаючись у середньому зі швидкістю 80-90 км/год, автомобіль перетворює у вуглекислоту стільки ж кисню, скільки 300-350 осіб. Річний вихлоп одного автомобіля – це 800 кг небезпечного оксиду вуглецю, 40 кг оксидів азоту і більше 200 кг різних вуглеводнів. Але також відомо, що допустима концентрація оксиду вуглецю в атмосферному повітрі не повинна перевищувати 1 мг/м³.

Автотранспорту відповідає приблизно 39 % викидів вуглеводнів в індустріально розвинених країнах. Автомобілі – основне джерело чадного газу (CO). Це одна із найбільш токсичних сполук, що негативно впливає на здоров'я людей. Крім того, в атмосферу виділяються оксиди азоту NO і N₂O. Двоокис азоту негативно впливає і на людину, і на рослини.

У верхніх шарах атмосфери озон – природний компонент (озоновий шар) – захищає землю від небезпечного космічного випромінювання. У нижніх шарах озон є забруднювачем, шкодить здоров'ю людей, природі, природним та штучним будівельним матеріалам. Формування приземного озону – непрямий наслідок забруднення, яке викликає автотранспорт. Він утворюється в результаті фотохімічних реакцій, в яких беруть участь оксиди азоту та вуглеводні [2].

Автори праці [3] узагальнили основні причини забруднення повітря від автотранспорту: поганий стан технічного обслуговування автомобілів; низька якість застосовуваного палива; наявність свинцевих домішок у бензині; нерозвиненість системи управління транспортними потоками; низький відсоток використання екологічно чистих видів транспорту.

Автори праці [3] також наводять факти, які показують, що забруднення повітря становить серйозну загрозу здоров'ю населення, сприяє зниженню якості життя. Вплив токсичних речовин, які забруднюють повітря, викликає такі захворювання: рак, лейкемію, астму, ендокринні захворювання, респіраторні захворювання, алергію, серцево-судинні захворювання, хвороби печінки, хвороби жовчного міхура, хвороби органів чуття.

На сьогодні основними заходами щодо зниження шкідливого впливу автотранспорту на атмосферне повітря є: перехід автомобілів на газове паливо; використання альтернативних видів палива, наприклад скрапленого нафтового газу, природного газу, етанолу, метанолу і метану; використання присадок для покращення технологічних та екологічних характеристик палива; раціональна організація перевезень та руху; вдосконалення доріг; більш детальний вибір парку рухомого складу і його структури; оптимальна маршрутизація автомобільних перевезень; організація і регулювання дорожнього руху; раціональне керування автомобілем; удосконалення ДВЗ та постійна їх підтримка у справному технічному стані.

Залізничний транспорт впливає на природне середовище усіх кліматичних зон і географічних поясів України. Але у порівнянні з автомобільним, залізничний транспорт чинить менш істотний негативний вплив на атмосферне повітря [4]. В першу чергу це пов'язано з тим, що потяги – найбільш економічний вид транспорту за витратою енергії на одиницю роботи. Проте, перед залізничним транспортом серйозно поставлені проблеми зменшення і попередження негативного впливу на довкілля.

Як відомо, тепловоз – це локомотив, силовим пристроєм якого є ДВЗ (дизельний двигун). Двигуни внутрішнього згоряння являють собою теплові машини, у яких хімічна енергія палива перетворюється в теплову, а потім в механічну роботу. Основним джерелом забруднення атмосфери є відпрацьовані гази дизелів тепловозів. У них містяться оксид

вуглецю, оксид і діоксид азоту, різні вуглеводні, сірчистий ангідрид, сажа. Вміст сірчистого ангідриду залежить від кількості сірки в дизельному паливі, а вміст інших домішок – від способу його спалювання, а також способу надуву і навантаження двигуна.

Отже, потяги хоча і впливають негативно на довкілля, але, порівняно з автомобільним транспортом, вплив значно менший, тому що на одиницю енергії, яка виділяється при спалюванні одиниці палива, виконується більша робота.

Зниження викидів шкідливих речовин ДВЗ тепловозів можна досягти застосуванням таких методів: рідинної та полум'яної нейтралізації; ежекційного опалювання (тобто, опалювання вихлопних газів); використанням каталізаторів; подачею повітря у випускний колектор (оптимізує згорання палива і підвищує потужність); застосуванням анти димових фільтрів тощо.

Зниження вмісту шкідливих речовин у викидах ДВЗ можна забезпечити і за рахунок застосування присадок до пального: метанолу, водню, скрапленого газу та емульсій (забезпечують економію пального, істотно зменшують викид з відпрацьованими газами оксидів азоту NO_x (на 27-38%) і димового аерозолу (на 40-76%)).

Взагалі, зменшення кількості шкідливих викидів у відпрацьованих газах можливе завдяки поліпшенню технології горіння палива у ДВЗ, ходу локомотива та всіх елементів залізниці.

Паливом для суднових ДВЗ служать головним чином нафтопродукти: бензин, солярове масло, моторне паливо тощо. За кордоном, у країнах де немає своєї нафти, застосовуються також продукти перегонки кам'яного вугілля: бензол, кам'яновугільні смоли. До складу рідких палив входять: вуглеці, водень, кисень, азот, сірка. Основними з них є вуглець і водень.

Гази CO , CO_2 , C_xH_y важчі за повітря і накопичуються на поверхні водного середовища. CO і газоподібні вуглеводні викиди суднових теплових двигунів беруть участь в окислювальних реакціях і в кінці перетворюються в CO_2 , наявність якого в атмосфері викликає парниковий ефект.

Аналіз праці [5] дав змогу встановити, що повітряні кораблі забруднюють приземні шари атмосфери відпрацьованими газами авіаційних двигунів поблизу аеропортів і верхні шари атмосфери на висотах крейсерського польоту. Гази становлять 87 % всіх викидів цивільної

авіації, які містять також атмосферні викиди спецавтотранспорту та стаціонарних джерел.

Відповідно до джерела [6] особливості впливу повітряних суден на довкілля пов'язані, по-перше, з тим, що сучасний парк літаків та гелікоптерів має газотурбінні двигуни. По-друге, газотурбінні двигуни працюють на авіапаливі, хімічний склад якого дещо відрізняється від автомобільного бензину та дизельного палива кращою якістю з меншим вмістом сірки та механічних домішок. По-третє, головна маса відпрацьованих газів викидається повітряними суднами безпосередньо у повітряному просторі на відносно великій висоті, при високій швидкості та турбулентному потоці, і лише невелика частка – у безпосередній близькості від аеропортів та населених пунктів. Загальний викид токсичних речовин повітряними апаратами може бути приблизно оцінений об'ємом споживаного авіацією палива, котрий складає близько 4% від загальних витрат палива усіма видами транспорту. Таким чином, частка забруднень авіатранспортом поза зоною аеропорту відносно невелика, але уточнені дані відсутні.

Також, за даними джерел [6] найбільше забруднення довкілля відбувається в зоні аеропортів під час посадки і зльоту літаків, а також під час прогрівання двигунів. Підраховано, що при 300 зльотах і посадках трансконтинентальних авіалайнерів за добу в атмосферу поступає близько 3,7 т оксиду вуглецю, 2 т вуглеводневих з'єднань і 1,7 т оксидів азоту. При цьому забруднюючі речовини поступають в атмосферу не рівномірно, а залежно від графіка роботи аеропорту. Під час роботи двигунів на зльоті і посадці в довкілля поступає найбільша кількість оксиду вуглецю і вуглеводневих з'єднань, а в процесі польоту – максимальна кількість оксидів азоту. Реактивному лайнеру, що здійснює трансатлантичний переліт, потрібно від 50 до 100 т кисню. Але самим небезпечним визнано те, що під час польоту в нижніх шарах стратосфери двигуни надзвукових літаків виділяють оксиди азоту, що призводять до окислення озону, який грає роль щита проти негативної дії ультрафіолетових сонячних променів.

Авторами праці [7] показано, що актуальними є методи підвищення екологічних властивостей авіаційного палива за рахунок підвищення його якості. Підвищити екологічні показники палива можна за рахунок

зменшення в ньому вмісту сірки, ароматичних вуглеводнів (особливо бензолу), фактичних смол, олефінів та свинцю. А також шляхом додавання відповідних присадок, наприклад, іонол (у вітчизняному асортименті – Агідол-1). Провівши ряд дослідів, автори прийшли до висновку, що перехід України на паливо марки Jet A, пов'язаний з раціональним використанням нафтопродукту, не змінить екологічні показники палива, якщо не будуть проведені зміни в камерах згорання.

Загально відомо, що для авіаційного транспорту розглянута проблема покращення екологічних показників емісії авіаційних двигунів доцільно вирішувати у таких трьох напрямках: хімічному, конструкційному, економічному. Хімічний напрямок базується на удосконаленні вуглеводневого складу палива та додаванні певних присадок і добавок. Конструкційний – на удосконаленні процесу горіння палива в камері згорання та удосконаленні самої камери згорання. Економічний – на зниженні витрат палива за рахунок зменшення злітної ваги, опору літака, підвищення чистоти двигуна, зниженого ешелонування, а також ефективного пілотуванні повітряного судна в зоні аеропорту.

Проведений аналіз літературних джерел показав, що транспортні засоби з ДВЗ призводять до забруднення атмосферного повітря. На сьогодні запропоновано багато методів щодо зменшення шкідливих викидів відпрацьованих газів транспорту у атмосферу. Але, оскільки усі відомі методи лише зменшують викиди в атмосферу, а не запобігають їм та, враховуючи стрімке зростання транспортних засобів з кожним роком, питання захисту атмосферного повітря від шкідливого впливу відпрацьованих газів моторних транспортних засобів залишається актуальним та відкритим.

Мета і задачі дослідження

Мета роботи полягала в аналізі проблеми забруднення атмосфери моторним транспортом та в удосконаленні метода очищення вихлопних газів моторної техніки.

Основна частина

Питання зменшення шкідливих викидів в атмосферу від вихлопних газів транспортних засобів на сьогодні залишається відкритим і актуальним у всіх країнах світу. У цій роботі розглядається удосконалення метода, який з одного боку пропонується для очищення вихлопних газів моторних транспортних

засобів, з іншого – для зневоднення та знекиснення палив.

Відомо, що зберігання палив у баках транспортних засобів, резервуарах АЗС та цистернах сухими практично неможливо, оскільки кожна з місткостей повинна бути з'єднана з атмосферою для попередження зминання чи розриву своєї поверхні у разі збільшення чи зниження тиску, викликаного коливанням температури. Але з'єднання з атмосферою веде до перебування палива у постійному контакті з вологим повітрям. У разі потрапляння вологи до баку транспортного засобу паливо обводнюється і, тим самим, погіршує свої фізико-хімічні та експлуатаційні властивості. Вирішення проблеми з обводнення палив і олів можливе лише за умови широкого впровадження нових технологій зберігання палива, які мають зменшувати виділення шкідливих речовин у повітря, а також запобігати обводненню. Для зневоднення палива використовують багато різних методів, які базуються на процесах хімічного, фізико-хімічного та фізичного характеру. Одним із широко відомих методів боротьби з наявністю води у паливі є масообмінний [8]. Відомо декілька схем, які базуються на цьому методі. Перша схема – це осушення палива шляхом продувки крізь нього повітря, але вона не набула широкого застосування, оскільки призводить до значних втрат легких фракцій нафтопродуктів, які виносяться разом з повітрям, що також призводить до забруднення палива атмосферним пилом та збільшення концентрації кисню в паливі. Це також призводить до додаткових витрат на очистку та відновлення якості палива. Друга схема – продувка повітрям надпаливного простору резервуару, цистерни, місткості для зберігання. Ця схема має такі ж недоліки, як і попередня. Також досить відомим масообмінним методом є осушування палив за допомогою виморожування, але він не набув широкого застосування, оскільки є малоефективним, дорогим та тривалим.

Для вирішення проблем обводнення та окиснювання паливно-мастильних матеріалів авторами праць [9, 10] була запропонована схема осушування. Науковцям вдалося за рахунок сконструйованої схеми осушування палив нейтральним газом вирішити низку таких задач: зневоднення палив і олів; збереження фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей паливно-мастильних матеріалів; зниження

окислювальних процесів; забезпечення пожежної безпеки.

На мою думку, перераховані переваги цієї системи осушування палив є важливими і актуальними у наш час, коли усі передові країни взяли вектор розвитку на більш економічні та екологічні технології. Вищезгадана схема осушування та зневоднення палив за допомогою нейтрального газу має один робочий елемент (генератор нейтрального газу), який вимагає постійної подачі електричного струму та не є безпечним з точки зору впливу на навколишнє середовище і обслуговуючий персонал, що частково знижує загальну ефективність запропонованого методу. Зазначений генератор нейтрального газу дозволяє отримувати суміш газів такого складу: 76-78% N_2 , 20-22,5% CO_2 , 1,5-0,4% CO , 0,25-0,5% H_2 .

У цій статті пропонується удосконалити відому схему зневоднення та знекиснення паливно-мастильних матеріалів шляхом виключення з неї генератора нейтрального газу та заміни його на каталізатори очищення вихлопних газів ДВЗ з метою отримання відносно нейтрального газу. Більш того, удосконалену схему, в першу чергу, пропоную використовувати для очищення вихлопних газів транспортних засобів. У цьому випадку ми одержуємо не тільки покращення експлуатаційних властивостей палив, а й очищуємо вихлопні гази

транспортних засобів з ДВЗ і цим самим зменшуємо шкідливі викиди в атмосферу.

Каталізатори про які йдеться вище, розроблені групою дослідників Національного авіаційного університету під керівництвом професора Запорозжя О.І. і призначенні для очищення вихлопних газів ДВЗ від шкідливих викидів, у тому числі від оксидів вуглецю [11]. Відомі також вітчизняні та закордонні аналоги каталізаторів [12-14], які за принципом дії дуже схожі, а також придатні для використання у запропонованій нижче схемі.

Каталізатори, описані в праці [11], виготовляють зі шламів – відходів виробництва металургійної, електронної та машинобудівної промисловості, які містять оксиди міді, заліза, хрому, нікелю, марганцю, кобальту та інших металів. Зазначені оксиди знаходяться в шламі у високодисперсному стані. Додаючи до них неорганічні домішки при визначеній обробці, можливо отримувати ці каталізатори.

Для досягнення нашої мети головним є те, що ці каталізатори дозволяють забезпечувати очищення вихлопних газів автомобілів від CO_2 до 6-0% і таким чином отримати відносно нейтральний газ, збагачений оксидами азоту, CO та H_2 .

Для вирішення поставлених завдань запропонована схема осушування палив нейтральним газом в умовах експлуатації моторної техніки (див. рис. 1).

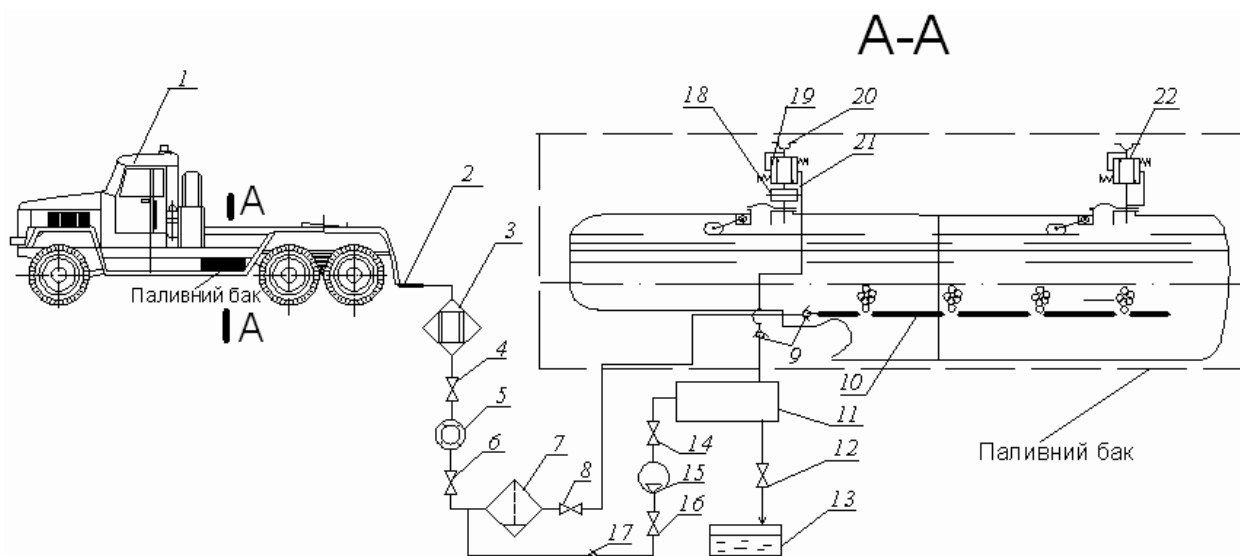


Рис. 1. Принципова схема осушування паливно-мастильних матеріалів за допомогою нейтрального газу: 1 – автомобіль-тягач; 2 – вихлопна труба; 3 – блок каталізаторів; 4, 6, 8, 12, 14, 16 – засувки (вентилі); 5 – лічильник; 7 – вологовідділювач; 9, 17 – зворотні клапани; 10 – газовий колектор; 11 – газгольдер; 13 – відстійний бак; 15 – компресор; 18 – датчик; 19 – клапан перемикавання; 20 – трубопровід для виходу повітря; 21 – трубопровід для підводу газової суміші; 22 – дихальний клапан

Для кращого розуміння процесу та принципу дії у якості транспортного засобу, як приклад, вибрано автомобільний. Хоча зрозуміло, що запропонований метод дуже легко реалізується і на залізничному, і на морському та річковому транспорті з ДВЗ. Логічно припустити використання описаного нижче методу і на авіаційному транспорті.

В основу запропонованого методу покладено праці [15, 16].

Вихлопні гази автомобіля 1 з вихлопної труби 2 подаються до блоку каталізаторів 3, де вихлопні гази очищуються від CO_2 . Далі суміш газів проходить крізь лічильник 5. На виході отримуємо вологий N_2 , який осушується, проходячи вологовідділювач 7. Далі газ потрапляє до газового колектора 10, з якого починається барботування палива в баку транспортного засобу. На даху баку вмонтовано датчик 18, який контролює хімічний склад надпаливного простору. При визначенні газу N_2 він подає команду на перемикання клапана 19, який з'єднаний з двома трубопроводами (для виходу повітря 20 та для відводу газової суміші 21). Після проходження суміші по трубопроводу 21 вона потрапляє до газгольдера 11, де протікає процес конденсації, в результаті чого отримуємо вологий газ N_2 та конденсат води з паливом. Цей конденсат зливається до відстійного бачка 13, а вологий газ N_2 за допомогою компресора 15 йде на повторне використання.

Дану схему можна, а також набагато доцільніше використовувати у більш простому та економічному режимі: після вологовідділювача 7 просто подавати N_2 у газовий колектор 10 для барботування палива у баці. Щоправда, у цьому випадку, нам потрібно на паливному баку у верхній частині вмонтовувати дихальний клапан 22, або щоб бак зверху мав невеликий дренажний отвір. Далі N_2 , як надлишковий газ, буде виходити з верхньої частини бака в атмосферу крізь дихальний клапан 22. У цьому випадку виключається необхідність наявності компресора 15, газгольдера 11, бачка 13 та трубопроводу 21, але отримуємо менший ефект.

Висновки

Для очищення вихлопних газів моторних транспортних засобів запропоновано використовувати власне удосконалений метод осушування паливно-мастильних матеріалів. Переваги запропонованого метода над

відомими полягають у тому, що із загальновідомої схеми виключено генератор нейтрального газу та замінено його на каталізатори очищення вихлопних газів з підведенням до них вихлопних газів моторних транспортних засобів. Відповідною перевагою є і те, що удосконалений метод пропонується використовувати на транспортних засобах в умовах їх експлуатації, а також зменшити вміст чадного газу, двоокису вуглецю та оксидів азоту у вихлопних газах.

Удосконалений метод дозволяє вирішити низку таких задач: зневоднення палив, збереження фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей палив, зниження окислювальних процесів, забезпечення пожежної безпеки під час експлуатації, зниження втрат нафтопродукту від випаровування, зменшення витрат нейтрального газу, захист навколишнього середовища. Удосконалений метод відповідає сучасним технічним та екологічним вимогам, має невисоку вартість устаткування і низьку вартість експлуатації.

Література

1. Данилевич Я.Б., Системні рішення проблем екологічної безпеки автотранспортного комплексу, як метод покращення екологічної ситуації у мегаполісах [Текст] / Я.Б. Данилевич, В.Я. Денисов // Доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Автотранспорт: від екологічної політики до щоденної практики». - К.: ЦУЛ, 2005. - 200 с.
2. Франчук Г.М. Екологія, авіація і космос: підручник [Текст] / Г.М. Франчук, В.М. Ісаєнко. - К.: НАУ, 2010. - 456 с.
3. Архіпова, Г. І. Аналіз впливу відпрацьованих автомобільних газів на стан атмосферного повітря в густонаселених районах [Текст] / Г. І. Архіпова, І. С. Ткачук, Є. І. Глушков // Вісник НАУ. - 2009. - № 1. - С. 78-83.
4. [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <http://Eco-logylife.ru>.
5. Программы создания и развития перспективных двигателей. Разработка экологически чистых двигателей в Германии [Текст] / Экспресс - информация: «Авиационное двигателестроение». - 2010. - №5. - с. 1 - 2.
6. Франчук Г.М. Екологічна оцінка впливу авіаційних транспортних процесів на якість компонентів довкілля [Текст] / Г.М. Франчук, А.М. Антонов, С.М. Маджд, Я.В. Загоруй // Вісник НАУ. - 2006. - № 1. - С. 184-190.
7. Makdonal'd A. J., Bennet R.R., Khinshou J. K., Barns M.U. Rockets with engines on a chemical fuel: influence on the environment // The Aerospace technique. - 2007. - P. 96.
8. Мікульонюк, І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної

технології [Текст]: Навч. Посіб. -2-ге вид., переробл. і допов. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2002. – 304с.:іл.

9. Белянський В.П., Гречкин А.М., Ефименку В.В. Обработка авиа ГСМ нейтральным газом и источники его получения [Текст] / Мат. научн.-техн. конф. – К.: КМУГА, 1998. – С. 45-48.

10. Дровнін, С.С. Способи зневоднення нафтопродуктів [Текст] / III Міжнар. наукова конф. „Авіа-2001” (Київ, 2001): Тези доп. – К.: НАУ, 2001. – Т. 4. – С. 41.37.

11. Розробка конструкції каталізатора для зменшення забрудненості вихлопних газів двигунів [Текст] / Звіт про науково-дослідну роботу № 951-ДБ00. – К.: НАУ, 2001. – 34 с.

12. Лобойко, А.Я. Исследование влияния технологии приготовления катализатора на распределение каталитически активного вещества по поверхности носителя [Текст] / А.Я. Лобойко, В.А. Векшин, Н.Б. Маркова, М.И. Ворожбян, Л.П. Шапарева // Технология каталізаторів і сорбентів – 2010. № 10. - С. 59–62.

13. Orlyk S.M., Soloviev S.O. Palladium in Gas-Phase Processes of Environmental Catalysis in "Palladium: Compounds, Production and Applications", Series: Material Science and Technology (Ed. Kenneth M.Brady), p.57-103, *Nova Science Publishers, 2011*, 356 p.

14. Rashidzadeh M., Peyrovi M.H., Mondegarian R., *React. Kinet. and Catal. Lett.*, 2000, 69 (1), 115.

15. Трофімов І.Л. Удосконалення метода осушування паливно-мастильних матеріалів за допомогою нейтрального газу [Текст] / І.Л. Трофімов // Східно-Європейський журнал передових технологій (Екологія і матеріалознавство). – 2013. – вип. 6/10№66/2013. – С. 20–24.

16. Заявка на корисну модель України u201406118 МПК 7 B01D3/32, B01D53/26. Спосіб осушування паливно-мастильних матеріалів за допомогою нейтрального газу [Текст] / І.Л. Трофімов, О.М. Зубченко // заявл. 04.06.14.

References

1. Danilevich, Ya.B., Denisov, V. Ya. (2005). System decisions problems of ecological safety of motor transport complex, as a method improvement of ecological situation in megapolis / Materials of scientific and technical conference «Motor transport: from an ecological policy to daily practice», K.: CUL, 200.

2. Franchuk G.M. Ecology, aviation and space: textbook / G.M. Franchuk, V.M. Isaenko. – K.: NAU, 2010. – 456.

3. Arkhipova, G. I. (2009). Analiz to influence of exhaust motor-car gases on consisting of atmospheric air of the densely populated districts / G. I. Arkhipova,

I. C. Tkachuk, E. I. Glushkov // *Announcer NAU*, № 1, 78-83.

4. [Electron. resource]. it is access Mode: <http://Eco-logylife.ru>.

5. Programs of creation and development perspective engines. Development ecologically of clean engines is in Germany's / An express is information: «Aviation building of engines». – 2010. - №5. – p. 1 – 2.

6. Franchuk G.M. Method of estimation chemical contamination of atmospheric air on the basis analysis of the state atmospheric fallouts in the area of air-port / G.M. Franchuk, L.S. Kipnis, S.M. Madzhd // Science and young people. Example. sir.: International. sciences. conf. stud. but young scientists «Flight-2007». – K.: NAU, 2007. – P. 258–261.

7. Makdonal'd A. J., Bennet R.R., Khinshou J. K., Barns M.U. Rockets with engines on a chemical fuel: influence on the environment // The Aerospace technique. – 2007. – P. 96.

8. Mikulenok, I. O. (2002). Mechanical, gidromekhanichal and mass-transfer processes and equipments of chemical technology: train aid [Navch. Posib], K.: IVC «Politehnika», 304.

9. Belyanskiy, V.P., Grechkin, A.M., Efimenkuo, V.V. (1998). Treatment avia of CLM by neytral'nym gas and sources it of receipt / Materials of scientific and technical conference, K.: KIIGA, 45-48.

10. Drovnin, S.S. (2001). Methods of dehydration of fuel products / III International scientifically technical conference “Avia-2001”, K.: NAU, T. 4, 41.37.

11. Development of construction of catalyst for diminishing muddiness of exhaust-gass of engines (2001) / Report on research work. № 951-ДБ00. K.: NAU, 34.

12. Loboyko, A.Ya. (2010). Research of influence technology preparation of catalyst on distributing catalytically of active matter on the surface transmitter / A.Ya. Loboyko, V.A. Vekshin, N.B. Markov, M.I. Vorozhbiyan, L.P. Shapareva // *Technology of catalysts and sorbents*, № 10, 59–62.

13. Orlyk, S.M., Soloviev, S.O. (2011). Palladium in Gas-Phase Processes of Environmental Catalysis in Palladium: Compounds, Production and Applications, Series: Material Science and Technology (Ed. Kenneth M.Brady), p.57-103, *Nova Science Publishers*, 356 p.

14. Rashidzadeh M., Peyrovi M.H., Mondegarian R., *React. Kinet. and Catal. Lett.*, 2000, 69 (1), 115.

15. Trofimov, I.L. (2013). Improvement of method drainage of fuels-lubricating materials by neutral gas / I.L. Trofimov // *Eastern-European journal of fnterprise technologies*, 6/10 №66, 20–24.

16. Request on the useful model of Ukraine u201406118 МПК 7 B01D3/32, B01D53/26 Method of drainage of fuels-lubricating materials by neutral gas / I.L. Trofimov, O.M. Zubchenko of // to declare 04.06.14.